

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Jin JANG, et al.

GAU: TBA

SERIAL NO: To Be Assigned

EXAMINER: TBA

FILED: February 4, 2000

FOR: Polycrystalline Silicon Film Containing Ni

REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number [US App No], filed [US App Dt], is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
KOREA	1999-4742	February 10, 1999

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
(B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

LONG ALDRIDGE & NORMAN LLP

Punch O'Pais Reg. No. 40,758 for
Song K. Jung
Registration No. 35,210

Sixth Floor
701 Pennsylvania Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20004
Tel. (202) 624-1200
Fax. (202) 624-1298

jc688 U.S. PTO
09/497508



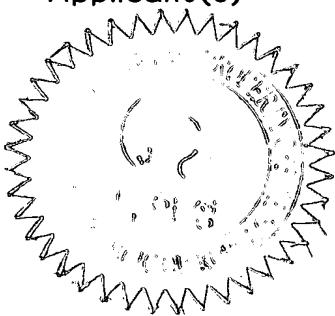
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Industrial Property Office.

출원 번호 : 특허출원 1999년 제 4742 호
Application Number

출원 년 월 일 : 1999년 02월 10일
Date of Application

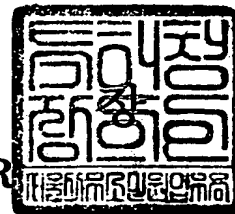
출원인 : 장진
Applicant(s)



2000 년 01 월 24 일

특허청

COMMISSIONER



【서류명】	출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	1
【제출일자】	1999.02.10
【발명의 명칭】	니켈이 포함된 다결정 실리콘
【발명의 영문명칭】	POLYCRYSTALLINE SILICON CONTAINING NICKEL
【출원인】	
【성명】	장 진
【출원인코드】	4-1998-027685-1
【발명자】	
【성명】	장 진
【출원인코드】	4-1998-027685-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박성진
【성명의 영문표기】	PARK, SEONG JIN
【주민등록번호】	710219-1069315
【우편번호】	130-701
【주소】	서울특별시 동대문구 회기동 1 경희대학교 물리학과
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 출원인 장 진 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 39,000 원
【가산출원료】	0 면 0 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	6 항 301,000 원
【합계】	340,000 원
【감면사유】	개인
【감면후 수수료】	170,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)-1통

【요약서】

【요약】

저온 다결정 실리콘은 형성온도가 낮아 제조단가가 낮고, 대면적화가 가능하다. 본 발명은 금속 오염을 야기하지 않는 정도의 니켈이 함유된 다결정 실리콘에 관한 것으로, 상기 방법으로 제작된 다결정 실리콘 박막은 박막트랜지스터와 태양전지, 이미지 센서 등 현재 사용되고 있는 실리콘 반도체 소자에 응용될 수 있다.

【대표도】

도 1a

【색인어】

다결정 실리콘, 니켈, 열처리, 재료

【명세서】

【발명의 명칭】

니켈이 포함된 다결정 실리콘{POLYCRYSTALLINE SILICON CONTAINING NICKEL}

【도면의 간단한 설명】

도 1a 는 유리기판(2)위에 형성된 니켈이 소량 함유된 다결정 실리콘 박막(1).

도 1b 는 유리기판(2)위의 절연막(3)위에 형성된 니켈이 소량 함유된 다결정 실리콘 박막(1).

도 2a는 본 발명의 제 1 실시 예로 제작된 다결정 실리콘박막의 이차이온질량분석 결과.

도 2b는 본 발명의 제 1 실시 예로 제작된 다결정 실리콘박막의 전기전도도.

도 3a는 본 발명의 제 2 실시 예로 제작된 다결정 실리콘박막의 이차이온질량분석 결과.

도 3b는 본 발명의 제 2 실시 예로 제작된 다결정 실리콘박막의 전기전도도.

도 4a는 본 발명의 제 3 실시 예로 제작된 다결정 실리콘박막의 이차이온질량분석 결과.

도 4b는 본 발명의 제 3 실시 예로 제작된 다결정 실리콘박막의 전기전도도.

도 5는 본 발명의 실시 예로 제작된 다결정 실리콘 박막내에 포함된 니켈 함유량 대 전기전도도 활성화에너지.

도 6a는, 다결정 실리콘 박막내에 니켈원자가 평균적으로

$1.6 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 정도 포함된 시료의 투과전자현미경 사진과 회절무늬.

도 6b는, 다결정 실리콘 박막내에 니켈원자가 평균적으로 $4.8 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 정도 포함된 시료의 투과전자현미경 사진과 회절무늬.

도 6c는, 다결정 실리콘 박막내에 니켈원자가 평균적으로 $1.6 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 정도 포함된 시료의 투과전자현미경 사진과 회절무늬.

도 6d는, 다결정 실리콘 박막내에 니켈원자가 평균적으로 $3.2 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 정도 포함된 시료의 투과전자현미경 사진과 회절무늬.

*도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

- | | |
|---------------------|----------------------|
| 1 : 니켈이 포함된 다결정 실리콘 | 2 : 유리기판 |
| 3 : 절연막 | |
| 11 : 비정질 영역 | 12 : 나뭇잎모양의 실리콘 결정립 |
| 13 : 바늘모양의 실리콘 결정립 | 14 : 작은 원모양의 실리콘 결정립 |

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<23> 본 발명은 니켈이 포함된 비정질막을 결정화한, 니켈이 함유된 다결정 실리콘 (polycrystalline silicon)에 관한 것이다. 본 발명의 목적은 금속유도 결정화로 제작된 다결정 실리콘의 치명적인 약점이 되고 있는 금속오염을 최소화하여 반도체 소자로 사용할 수 있는 다결정 실리콘이 되도록 실리콘에 포함된 금속량을 조절하는 데에 있다.

<24> 저온 다결정 실리콘은 형성온도가 낮아 제조단가가 낮고, 대면적화가 가능하며, 성

능 면에서 고온 다결정 실리콘과 대등하다. 이러한 저온의 다결정 실리콘을 형성하는 방법으로서는 고상 결정화방법(solid phase crystallization ; SPC), 레이저 결정화법(laser crystallization) 등이 있다. 레이저를 이용한 결정화 방법은 400°C 이하의 저온결정화가 가능하고 [Hiroyaki Kuriyama, et. al, Jpn. J. Appl. Phys. 31, 4550(1992)] 우수한 특성을 갖는 장점이 있으나, 결정화가 불균일하게 일어나고 고가의 장비와 낮은 생산성으로 인하여 대면적의 기판 위에 다결정 실리콘을 제작하는 경우에 적합하지 않다. 또한 고상 결정화 방법은 저가의 장비를 사용하여 균일한 결정질을 얻을 수 있으나, 높은 결정화온도와 장시간이라는 문제점으로 인하여 유리기판을 사용할 수 없고, 생산성이 낮은 단점을 가지고 있다.

<25> 낮은 온도에서 비정질 실리콘을 결정화시키는 새로운 방법으로 금속유도 결정화법이 있다[M. S. Haque, et. al, J. Appl. Phys. 79, 7529(1996)]. 금속유도 결정화 방법은 특정한 종류의 금속을 비정질 실리콘에 접촉하게 하여 비정질 실리콘의 결정화 온도를 낮추는 방법이다. 니켈에 의한 금속유도 결정화는 니켈 실리사이드의 마지막 상인 NiSi_2 가 결정화 핵[C. Hayzelden, et. al, J. Appl. Phys. 73,(1993)]으로 작용하여 결정화를 촉진한다. 실제로 NiSi_2 는 실리콘과 같은 구조를 갖으며, 격자상수는 5.406\AA 으로 실리콘의 5.430\AA 과 매우 비슷하여, 비정질 실리콘의 결정화 핵으로 작용하여 <111> 방향으로 결정화를 촉진한다[C. Hayzelden, et. al, Appl. Phys. Lett. 60, 225 (1992)]. 비정질 실리콘의 결정화는 금속에 의해 촉진된다. 이러한 금속유도 결정화 방법은 금속이 포함된 비정질 실리콘 박막에 전기장을 인가할 경우 기존의 금속유도 결정화 방법에서 요구되는 어닐링 시간이 극적으로 짧아지고, 어닐링 온도도 대폭 낮아진다 [Jin Jang, et. al, Nature, Vol. 395, pp. 481-483(1998)]. 일반적으로 금속유도 결정

화 방법은 금속의 양에 영향을 받는데, 금속의 양이 증가함에 따라 결정화 온도도 낮아지는 경향이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<26> 금속유도 결정화는 저온 결정화라는 장점에도 불구하고, 결정화에 사용된 금속이 결정화된 실리콘 박막내에 남아 있게 되어 금속에 의한 오염으로 실리콘 박막 본래의 특성이 변화한다는 치명적인 약점이 있다. 따라서, 현재 사용되고 있는 반도체 소자에 응용하기 위해서는 금속유도결정화된 실리콘 박막내에 잔류하는 금속의 양을 최적화하는 것이 매우 중요하다.

【발명의 구성 및 작용】

<27> 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 다결정 실리콘의 특징은 니켈을 이용한 금속유도 결정화 방법에 의해 제작된 다결정 실리콘 박막내에 니켈원자가 평균적으로 $2 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 에서 $5 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 개의 극미량이 존재하는데 있다.

<28> 비정질 실리콘 박막에 미량의 니켈을 첨가하여 금속 열처리 또는 전기장을 인가한 상태에서 열처리하여 비정질 실리콘 박막을 금속 유도결정화한다.

<29> 도 1a 는 본 발명에 의해서 유리기판(2)위에 형성된 니켈이 소량 함유된 다결정 실리콘 박막(1)이다.

<30> 도 1b 는 본 발명에 의해서 유리기판(2)위의 절연막(3)위에 형성된 니켈이 소량 함유된 다결정 실리콘 박막(1)이다.

<31> 도 2, 도 3, 도 4, 도 5는 본 발명의 실시 예로 제작된 다결정 실리콘박막의 이차이온질량분석 결과와 전기전도도를 나타낸 것이다.

- <32> 도 2a를 참조하면, 다결정 실리콘 박막내에 니켈원자가 평균적으로 $4 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ (a) $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ (b), 정도 존재함을 알 수 있다.
- <33> 도 2b는, 도 2a에서 제시된 니켈을 함유한 다결정 실리콘의 전기적 특성을 나타낸다. 본 발명에 의해 제작된 니켈이 함유된 다결정 실리콘박막의 전기전도도 활성화에너지는 각각 0.52eV (a), 0.62eV (b)이다. 호핑(hopping) 전도는 나타나고 있지 않으며, 활성화된 형태(activated form)를 나타낸다.
- <34> 도 3a를 참조하면, 다결정 실리콘 박막내에 니켈원자가 평균적으로 $9 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ (a), $6 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ (b) 정도 존재함을 알 수 있다.
- <35> 도 3b는, 도 3a에서 제시된 니켈을 함유한 다결정 실리콘의 전기적 특성을 나타낸다. 본 발명에 의해 제작된 니켈이 함유된 다결정 실리콘 박막의 전기전도도 활성화에너지는 각각 0.64eV (a), 0.71eV(b)이다.
- <36> 도 4a를 참조하면, 다결정 실리콘 박막내에 니켈원자가 평균적으로 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 만큼 존재함을 알 수 있다.
- <37> 도 4b는 도 4a에서 제시된 니켈을 함유한 다결정 실리콘의 전기적 특성을 나타낸다. 본 발명에 의해 제작된 니켈이 함유된 다결정 실리콘 박막의 전기전도도 활성화에너지는 0.32eV 이다
- <38> 도 5는 기존의 방법들로 제작하여 다결정 실리콘 박막내에 니켈이 평균적으로 10^{17} cm^{-3} 에서 10^{19} cm^{-3} 만큼 포함되어 있을 때의 전기 전도도활성화에너지를 나타낸 것이다. 일반적으로 니켈 함유량이 증가함에 따라 실리콘 밴드갭 내에 억셉터가 증가하게 되고, 따라서 전기전도도 활성화에너지는 감소하게 된다. 다결정 실리콘 내에서 대부분의

니켈 원자는 결함을 형성하지 않기 때문에 평균적으로 박막내에 니켈 원자가 $2 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 이하일 경우, 이러한 실리콘 재료는 반도체 소자로 사용될 수 있다.

<39> 도 6은, 본 발명의 실시 예로 제작된 니켈을 포함한 다결정 실리콘 박막시료의 투과전자현미경 사진과 회절무늬를 나타낸다.

<40> 도 6a는, 다결정 실리콘 박막내에 니켈원자가 평균적으로 $1.6 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 정도 포함된 시료의 투과전자현미경 사진과 회절무늬이다. 비정질 실리콘 영역(11)에서 나뭇잎모양으로 형성된 결정립(12)을 확인할 수 있는데, 박막의 전체가 결정화되지 않고 일부영역만 결정화된다.

<41> 도 6b는, 다결정 실리콘 박막내에 니켈원자가 평균적으로 $4.8 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 정도 포함된 시료의 투과전자현미경 사진과 회절무늬이다. 바늘모양으로 길게 형성된 결정립(13)을 확인할 수 있고, 비정질 실리콘 전체가 균일하게 결정화된다.

<42> 도 6c는, 다결정 실리콘 박막내에 니켈원자가 평균적으로 $1.6 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 정도 포함된 시료의 투과전자현미경 사진과 회절무늬이다. 바늘모양으로 형성된 결정립(13)에 의해 박막이 결정화된 것을 확인할 수 있고, 비정질 실리콘 전체가 균일하게 결정화된다.

<43> 도 6d는, 다결정 실리콘 박막내에 니켈원자가 평균적으로 $3 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$ 정도 포함된 시료의 투과전자현미경 사진과 회절무늬이다. 바늘모양으로 형성된 시료의 결정립은 확인할 수 없고, 박막전체가 작은 크기의 원모양으로 형성된 결정립(14)으로 채워진 것을 확인할 수 있다. 이러한 다결정 실리콘은 태양전지, 박막트랜지스터 등의 반도체장치에 이용할 수 없다.

【발명의 효과】

<44> 본 발명이 제시하는 양($2 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 에서 $5 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 개)의 니켈이 함유된 다결정 실리콘 박막에서 일반적인 금속 유도 결정화가 안고 있는 금속오염이라는 문제는 야기되지 않는다. 따라서, 현재 사용되어 지고 있는 레이저 다결정 실리콘을 대신해서 박막트랜지스터 액정디스플레이(TFT-LCD), 태양전지 등에 사용될 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

결정립과 결정경계로 이루어진 다결정 실리콘에 니켈원자가 평균적으로 $2 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 에서 $5 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 만큼 포함된 것을 특징으로 하는 다결정 실리콘 박막.

【청구항 2】

절연기판 위에 제작된 다결정 실리콘이 바늘모양의 결정립으로 구성되는 것과 다결정 실리콘 내에 니켈원자가 평균적으로 $2 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 에서 $5 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 만큼 포함된 것을 특징으로 하는 다결정 실리콘 재료.

【청구항 3】

제 1 항 내지 제 2 항에 있어서,

금 또는 코발트가 평균적으로 $2 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 에서 $5 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 만큼 포함된 것을 특징으로 하는 다결정 실리콘 재료.

【청구항 4】

니켈이 평균적으로 $2 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 에서 $5 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 만큼 포함된 비정질 실리콘을 결정화한 다결정 실리콘 재료.

【청구항 5】

제 1 항, 제 2 항 내지 제 4 항에 있어서,

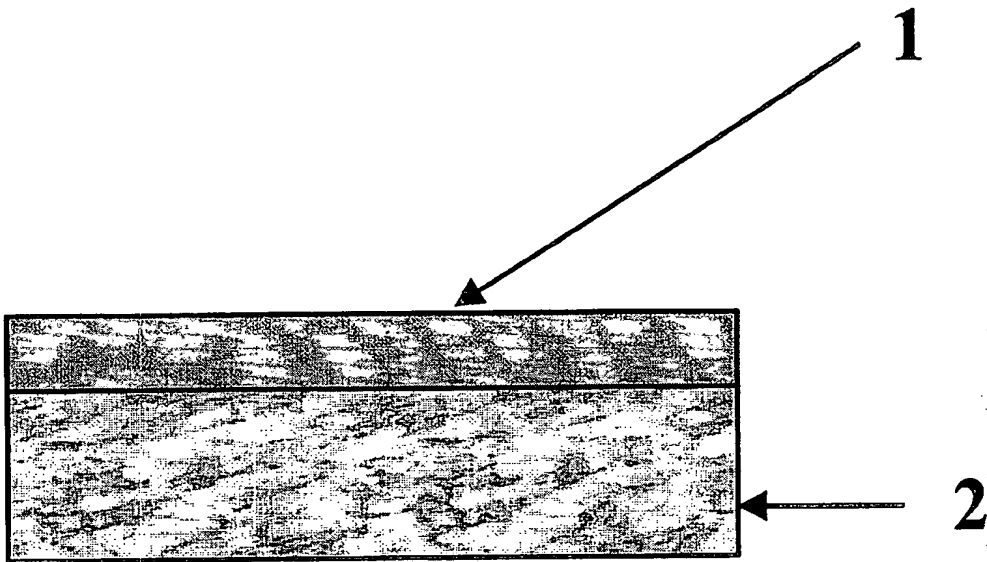
니켈이 평균적으로 $4.8 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 에서 $1.6 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 만큼 포함된 것을 특징으로 하는 다결정 실리콘 재료.

【청구항 6】

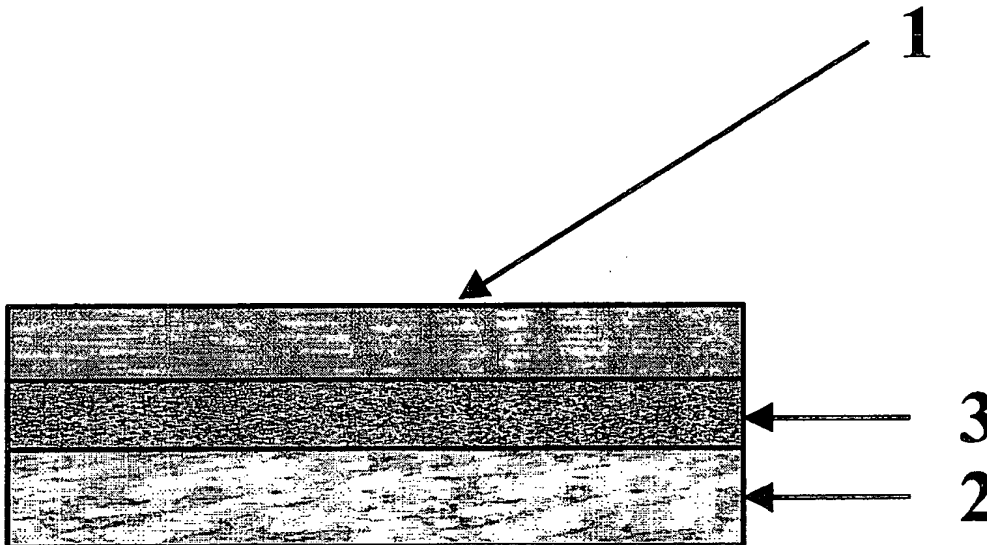
바늘모양(needle-like)의 결정립(crystallites)으로 구성된 다결정 실리콘 재료.

【도면】

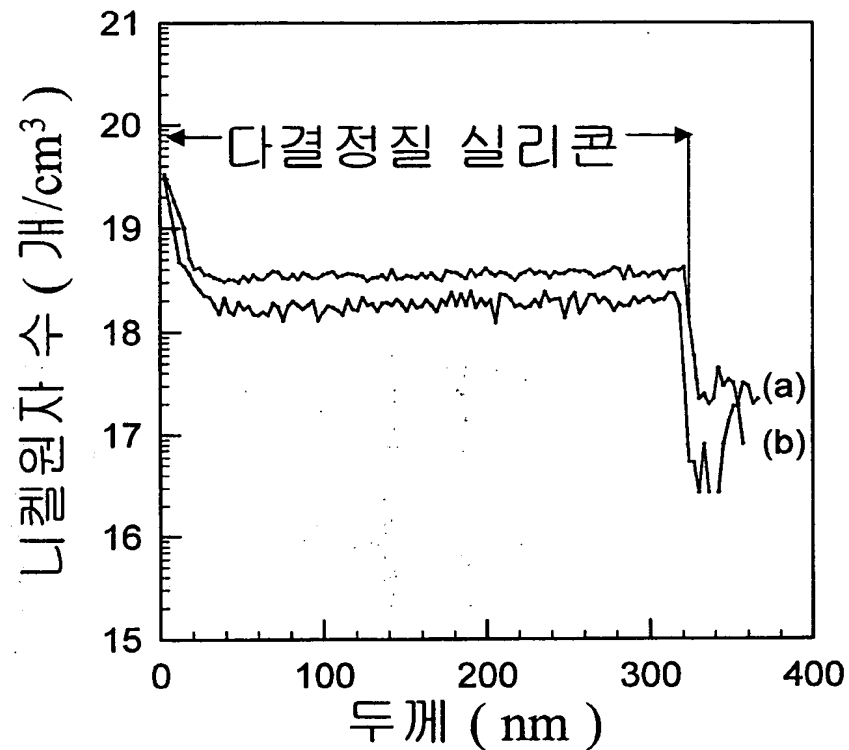
【도 1a】



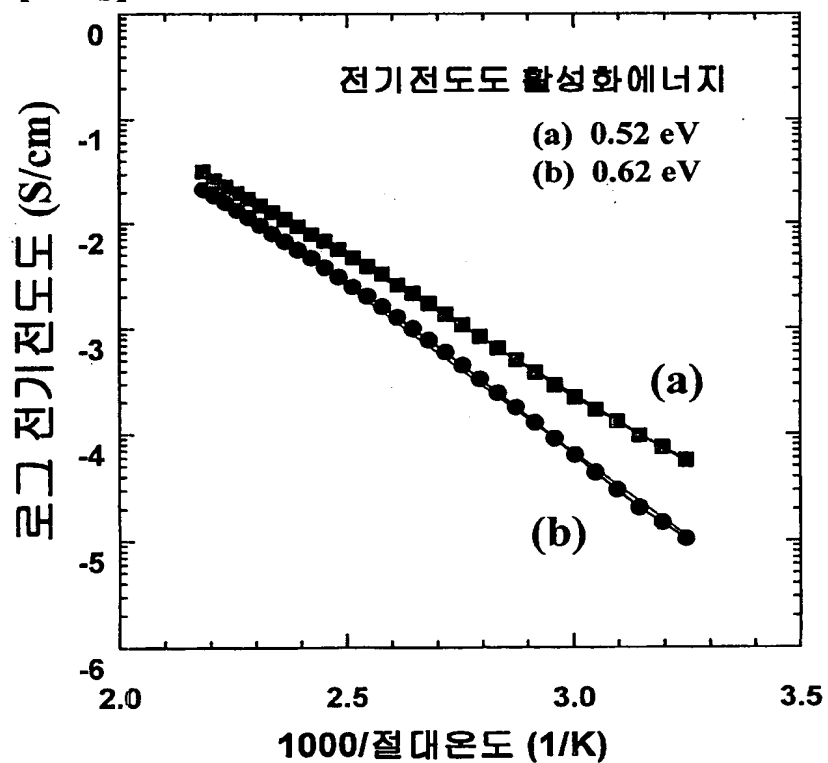
【도 1b】



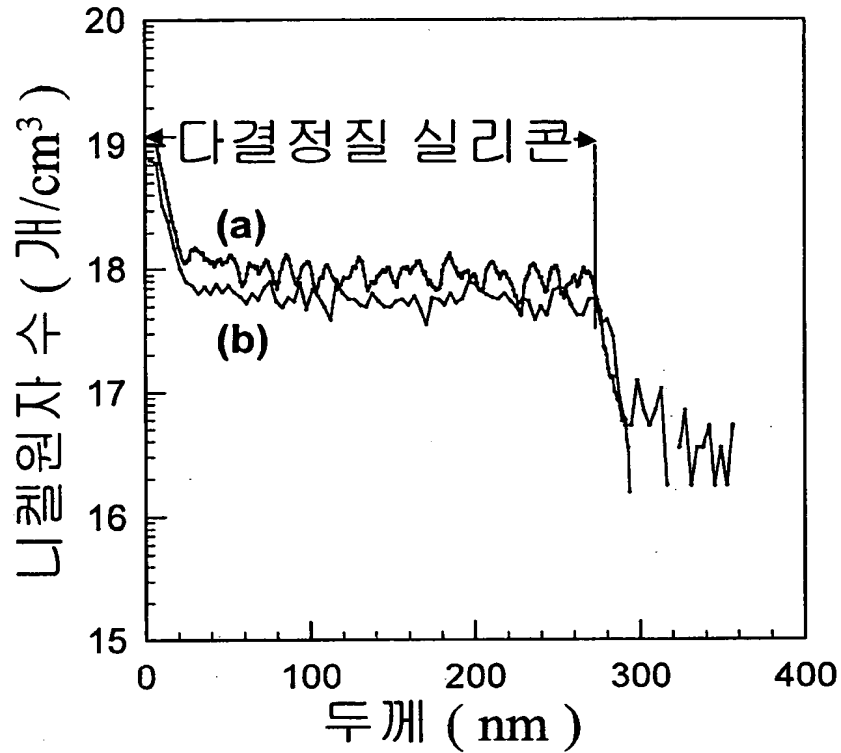
【도 2a】



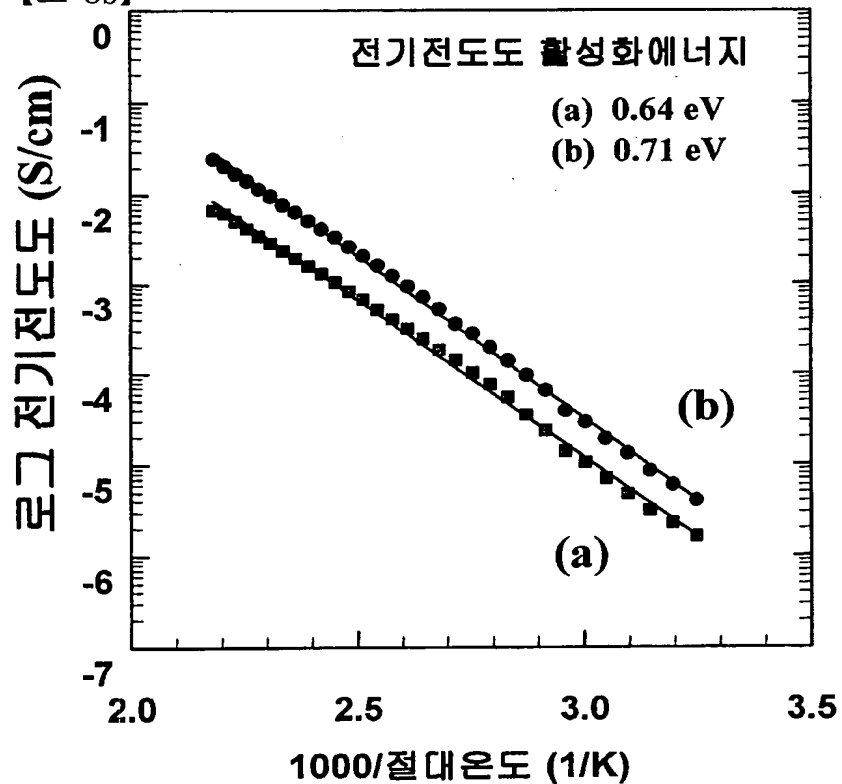
【도 2b】

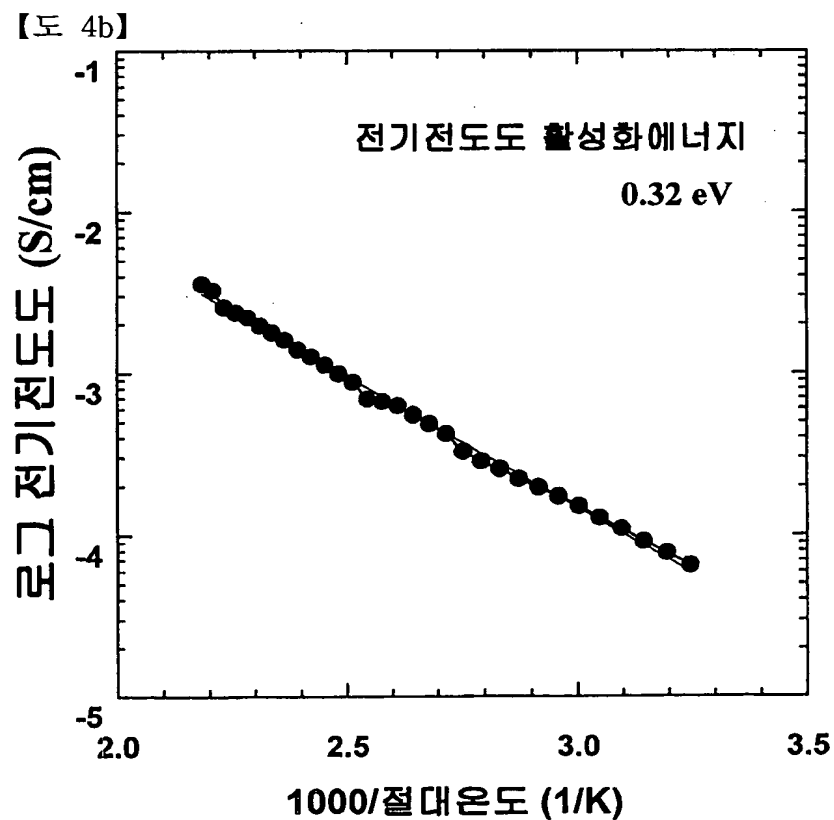
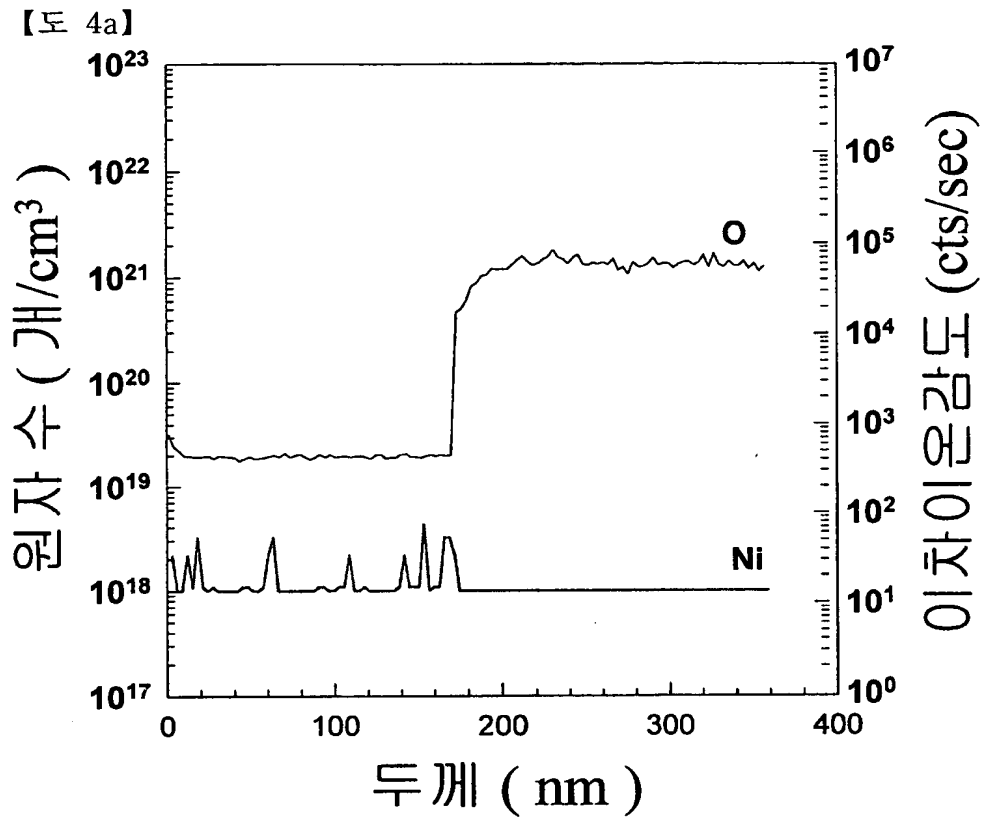


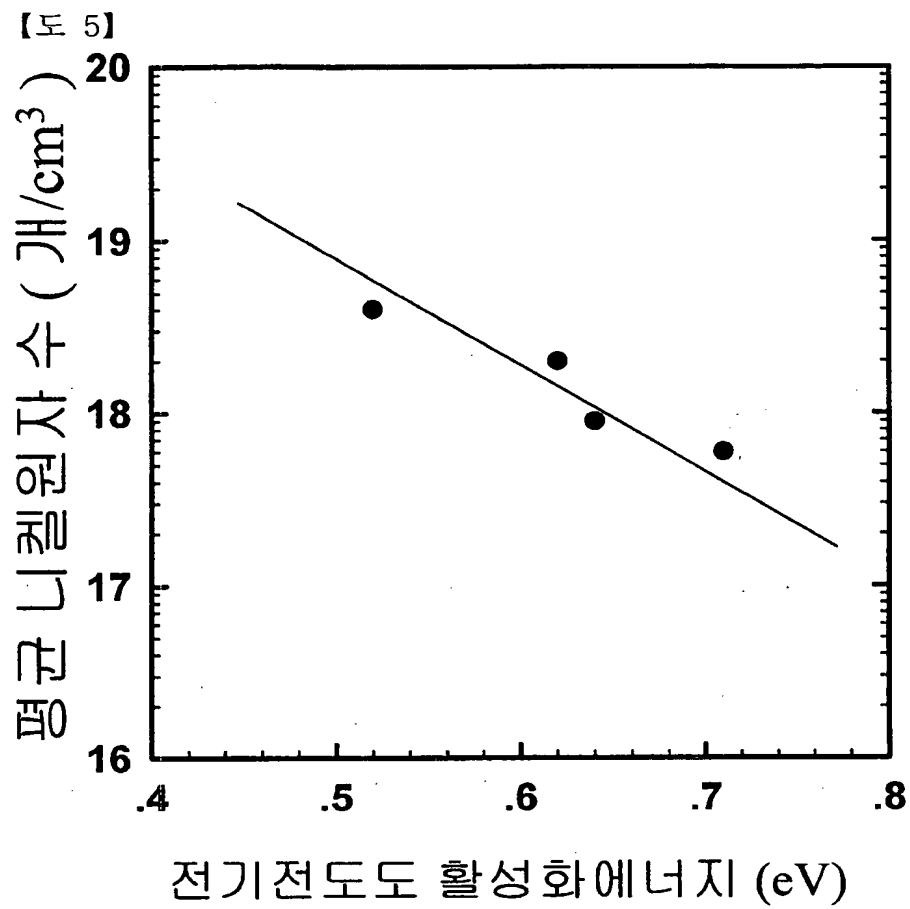
【도 3a】



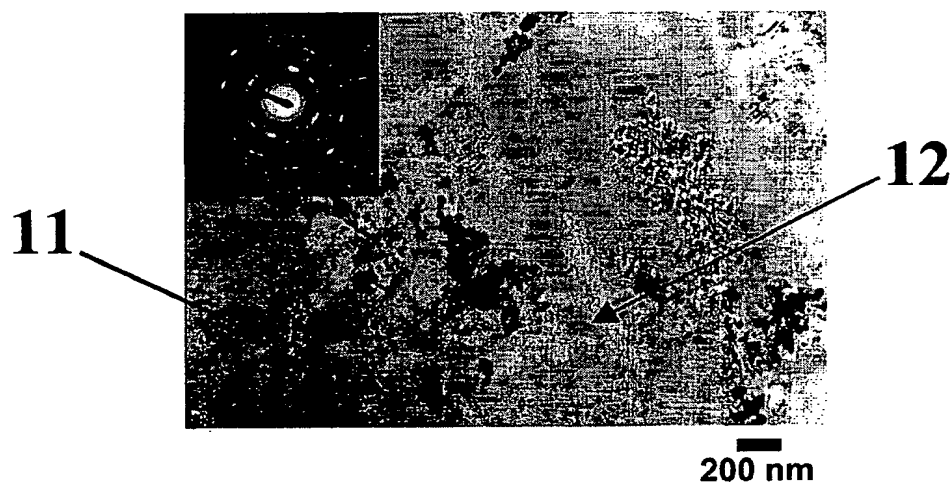
【도 3b】







【도 6a】



【도 6b】



200 nm

13

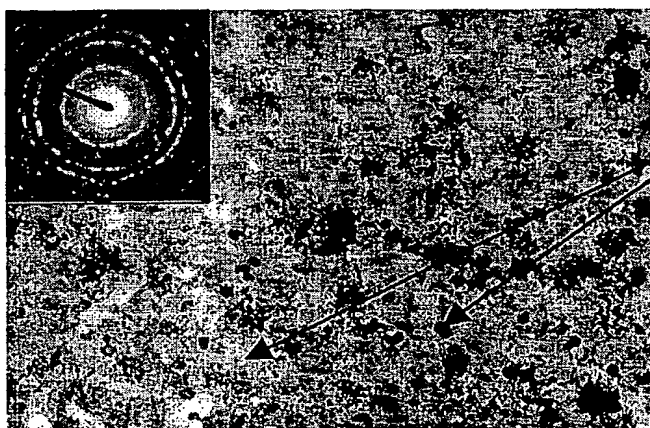
【도 6c】



200 nm

13

【도 6d】

2 μ m

14

발급(출원포대)출력현황

페이지 : 1

접수번호 : 5-1-00-5003973-61

신청인 : 이건주

신청번호 : 특허-1999-0012563

수령방법 : 직접(대전)

접수발송번호	접수일자	서류명	포대위치	전자화상태
1-1-99-0032349-67	1999.04.09	특허출원서	심사총괄서버	검수완료